

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra pozemního stavitelství

Finanční porovnání variant obvodového pláště pasivního
objektu

Financial comparison of variants external cladding of a
passive house

Student:

Zuzana Vlášková

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Marek Jašek, Ph.D.

2016

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce ing. Marka Jaška, Ph.D a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě.....

.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že

- Byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo
- Beru na vědomí, že Vysoká školy báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny na informačním systému VŠB-TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- Beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě.....

Anotace

Tématem této bakalářské práce je porovnání různých typů variant obvodového pláště z finančního hlediska. První varianta obvodového pláště je vyzděna z betonových tvárnic systému LIVETHERM, druhá varianta je vyzděna rovněž ze systému LIVETHERM a opatřena kontaktním zateplovacím systémem a třetí varianta je tvořena systémem ztraceného bednění VELOX. Součástí práce je technologický postup jedné z variant a projektová dokumentace novostavby hotelového zařízení včetně technické zprávy, provedená z betonových tvárnic LIVETHERM bez kontaktního zateplení.

Klíčová slova

Porovnání variant, obvodový plášť, LIVETHERM, VELOX, kontaktní zateplovací systém, technologický postup, rozpočet

Annotation

The theme of this thesis is the comparison of different type of variants envelope from a financial perspective. The first variant of the cladding is walled by concrete blocks LIVETHERM system, the second variant is also lined by the system LIVETHERM and fitted with a contact system and the third variant is made permanent shuttering system VELOX. The work includes the technological process of one of the variant and the project documentation of new hotel facilities, including the technical reports made from concrete blocks LIVETHERM without contact system.

Key words

Comparison of the variants, siding, LIVETHERM, VELOX, contact system, technological process, budget

Obsah bakalářské práce:

1. Úvod	7
2. Technická zpráva.....	8
2.1. Architektonické a stavebně technické řešení	10
2.1.1. Účel objektu.....	8
2.1.2. Dispoziční řešení objektu	8
2.1.3. Statistické údaje	8
2.1.4. Technické a konstrukční řešení objektu	8
3. Technologický postup – VELOX	13
3.1. Obecné informace	13
3.2. Materiály	13
3.2.1. Obvodové stěny VELOX WS EPS AL 37 plus	13
3.2.3. Použité materiály.....	13
3.3. Skladování	14
3.4. Pracovní podmínky	15
3.5. Převzetí pracoviště	15
3.6. Obecné pracovní podmínky.....	15
3.6.1. Požadované povětrnostní podmínky	15
3.6.2. Požadavky na předcházející činnosti	15
3.6.3. Požadavky na práci v zimním období	16
3.7. Personální obsazení.....	16
3.8. Stroje a nářadí.....	16
3.9. Pracovní postup	16
3.9.1. Chronologický postup prací.....	16
3.9.2. Vytvoření rohu	16
3.9.3. Napojení vnitřních stěn a otvorů.....	19
3.9.4. Stěnové výztuhy.....	19
3.9.5. Instalace	20
3.9.6. Druhá a následující řady	20
3.10. Jakost a kontrola kvality.....	22
3.10.1. Kontrola betonové směsi	22
3.10.2. Kontrola stěn.....	22
3.11. BOZP.....	22
3.12. Vliv na životní prostředí.....	23
4. Volba variant	24
4.1. První varianta.....	25
4.1.1. Popis varianty	25
4.1.2. Součinitel prostupu tepla	25
4.1.3. Průběhy teplot v konstrukci.....	26
4.1.4. Schéma skladby	26
4.2. Druhá varianta	26
4.2.1. Popis varianty	26
4.2.2. Součinitel prostupu tepla	27
4.2.3. Průběhy teplot v konstrukci.....	27
4.2.4. Schéma skladby	27
4.3. Třetí varianta	28
4.3.1. Popis skladby	28

4.3.2. Součinitel prostupu tepla	28
4.3.3. Průběhy teplot v konstrukci	29
4.3.4. Schéma skladby	29
5. Vyhodnocení	30
6. Seznamy	33
6.1. Seznam použité literatury	33
6.2. Seznam použitého software	33
6.3. Seznam příloh	33
6.3.1. Dokladová část	33
6.3.2. Výkresová část	33
6.4. Seznam obrázků, tabulek a grafů	34

1. Úvod

Tématem bakalářské práce je porovnání variant obvodového pláště z finančního hlediska. Základní složkou všech mnou vybraných variant je beton. První a druhá varianta je vyžděna ze systému LIVETHERM, což jsou betonové tvárnice, přičemž první varianta obsahuje zabudovanou neoporovou vložku a druhá varianta bude zateplena kontaktním zateplovacím systémem. Třetí variantou je obvodový plášť tvořený systémem ztraceného bednění VELOX. Součinitel prostupu tepla všech variant odpovídá hodnotám pro pasivní domy. Aby bylo možné dané varianty porovnat, byly jednotlivé typy a tloušťky materiálů zvoleny tak, aby součinitel prostupu tepla byl obdobný u všech variant. Se zpracováním bakalářské práce také souvisí zpracování projektové dokumentace, technické zprávy a technologického postupu jedné z variant. Pro zpracování technologického postupu jsem si zvolila systém VELOX.

Pro vypracování bakalářské práce byly použity software ArchiCAD od společnosti Graphisoft na zpracování projektové dokumentace. Program Teplo 2010 a Area 2010 ze sady programů pro tepelnou techniku od Doc. Svobody, pomocí kterého byl určen součinitel prostupu tepla obvodového pláště. Program KROSPplus využívající databázi ÚRS PRAHA pro vytvoření položkových rozpočtů jednotlivých variant a textový (Word) a tabulkový (Excel) editor ze sady Microsoft office 2003.

2. Technická zpráva

2.1. Architektonické a stavebně technické řešení

2.1.1. Účel objektu

Stavba bude sloužit jako ubytovací zařízení. Stavba bude obsahovat tři nadzemní a jedno podzemní podlaží. Celkem bude v budově 14 hotelových pokojů, které svými půdorysnými rozměry splňují kategorii 4-5 hvězdiček. Pokoje budou různého typu dle velikosti od jednolůžkových až po čtyřlůžkové. V prvním nadzemním podlaží bude bezbariérový pokoj přizpůsobený pro osobu tělesně pohybově postiženou. Dále bude v prvním nadzemním podlaží restaurace sloužící pro ubytované hosty. Součástí stavby je řešení okolních zpevněných ploch a sjezd na městskou komunikaci.

2.1.2. Dispoziční řešení objektu

Funkční a dispoziční řešení vychází z účelu objektu a omezení zadané výšky a půdorysného rozměru budovy na tři nadzemní podlaží jedno podzemní podlaží a maximální zastavěná plocha 500m².

V 1 PP je umístěno 5 místností

V 1 NP je umístěno 19 místností

V 2 NP je umístěno 14 místností

V 3 NP je umístěno 17 místností

2.1.3. Statistické údaje

Zastavěná plocha stavbou500m²

Zpevněné plochy a příjezd.....770m²

Zastavěná plocha celkem1 270m²

Objekt je vstupní částí orientován na východ. Tato orientace je dána tvarem pozemku a využitím klimatických vlivů na pohodu v budově.

2.1.4. Technické a konstrukční řešení objektu

Základní konstrukční systém pro stavbu byl zvolen systém LIVETHERM.

Zemní práce:

Z celé plochy staveniště, která zahrnuje půdorys občanské stavby, sjezd na městskou komunikaci a zpevněné plochy bude sejmuta ornice a podornice. Podornice bude použita k vyrovnaní terénu na západní části parcely a ornice bude zpětně použita k zahumusování po výstavbě.

Zemina z výkopů pro základové pásy bude použita jako podkladní vrstva k vyrovnání terénu. Ornice, podornice a zemina z výkopů musí být uloženy odděleně, aby nedošlo k jejich znehodnocení.

Množství snímané ornice vychází z kopané sondy a je v tloušťce 0,1-0,2 m a podornice 0,2 m. Výkop bude proveden se šikmými stěnami pod úhlem 60°.

Před provedením základů bude položen zemnicí pásek hromosvodu podél celého objektu. Základová spára nesmí být před provedením betonáže rozbředlá. Kolem objektu je navržen okapový chodník. Zásypy kolem objektu musí být řádně hutněny. Projektant bude přizván k převzetí základové spáry.

Základy:

Objekt bude založen na základových betonových monolitických pásech, na kterých bude uložen podkladní beton vyztužený kari sítí 6x150x150 mm. Beton je nutné při provádění řádně hutnit a betonáž provádět za příznivých klimatických podmínek. V základech je nutno osadit chráničku pro ležatou kanalizaci a přípojky elektřiny, vody a plynu.

Svislé konstrukce:

Obvodové zdivo bude vyžděno z tvárnice obvodové liapor-betonové s neoporovou vložkou (TOL+N Z400) vyžděné na maltu pro tenké spáry. Vnitřní nosné zdivo bude provedeno z tvárnice nosné liapor-betonové tloušťky 300 mm (TNL 300). Příčky budou provedeny z tvárnice příčkových liapor-betonových (TPL 120). V prvním nadzemním podlaží je zapotřebí vyždít akustickou stěnu, na kterou budou použity tvárnice akustické betonové (TNB 300 AKU). Všechny tvárnice budou ze systému LIVETHERM od společnosti BS Klatovy a.s..

Vodorovné konstrukce:

První řada svislých konstrukcí bude založena na podkladním betonu tloušťky 150 mm z betonu třídy C20/25.

Stropní konstrukce bude tvořena pomocí trámů a stropních vložek betonových (SVB 210/660) s výškou 210 mm a osovou vzdáleností trámů 660 mm. V místech instalačních otvorů bude stropní konstrukce řešena trámovou výměnou viz výkres číslo 8. Z důvodů uložení schodišťových stupňů je nutno v místě uložení zdvojit počet trámů. Stropní konstrukce pod balkóny bude tvořena pomocí stropních vložek betonových (SVB 210/660) a stropních trámů uložených na obvodové nosné konstrukci a na dolní přírubě profilu HEB200. Z důvodu uložení trámce na ocelový HEB profil musí být z trámce odstraněno krytí výztuže z dolní strany trámce v délce 100 mm. Nad stropem třetího nadzemního podlaží bude

umístěna tepelná izolace EPS 70 F tloušťky 200 mm se záklopem s cementotřískových desek CETRIS tloušťky 15 mm.

Nad okenními a dveřními otvory budou umístěny překlady ze systému LIVETHERM.

Nad hlavním vstupem je umístěný skleněný přístřešek, jehož stabilita je zajištěna pomocí třech táhel vetknutých do obvodového zdiva.

Na balkónech jsou navrženy dřevěné slunolamy. Materiál slunolamů je borovice. Povrchovou úpravu tvoří bezbarvý lak.

Střecha:

Nosná konstrukce střechy je navržena jako tradiční krov se sklonem krokví 30°. Vazné trámy krovu budou uloženy do kapes v půdním zdivu a po délce budou podepřeny dřevěnými podkladky v místě vnitřních nosných stěn.

Střešní krytina je zvolena jako keramická pálená taška společnosti TONDACH. Styl střešní tašky je Falcovka 11. Barva střešní tašky je kaštanově hnědá a je glazovaná.

Konstrukce spojující různé výškové úrovně:

Vnitřní železobetonové schodiště bude vyrobeno na zakázku a dopraveno na stavbu. Mezipodesty a prostřední rameno budou tvořit jeden celek, který bude vetknutý do protilehlých vnitřních nosných stěn. Na takto vetknuté mezipodesty bude uložené nástupní a výstupní rameno.

Výplně otvorů:

Výplně okenních otvorů budou dřevěná eurookna. Materiál bude borovice a budou lakovaná bezbarvým lakem. Součinitel prostupu tepla celým oknem je $U_w=0,7 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$. Otvor bude zasklen izolačním trojsklem. Vnitřní parapety budou plastové s barevnou imitací dřeva v tloušťce 30 mm. Venkovní parapety budou titanzinkové a budou opatřeny antikoročním nátěrem hnědé barvy.

Vstupní dveře budou dřevěné borovicové se součinitelem prostupu tepla $U_d=0,77 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$. Vnitřní dveře budou smrkové. Dveře budou osazeny do dřevěných obložkových zárubní a vnitřní dveře budou bez prahu.

Úpravy povrchů:

Omítky – Vnější omítka bude řešena jako fasádní silikátová omítka rýhovaná se zrnitostí 2 mm. Barva bude žlutá typ 0034 a hnědá typ 0184. Sokl bude omítnutý mozaikovou omítkou žluto-hnědé barvy typ M318. Umístění omítek viz výkresy pohledů. Vnitřní omítka bude dvouvrstvá vápenocementová tloušťky 15 mm a povrchová omítka bude štuková nebo sádrová (viz tabulka místností v projektové dokumentaci) tloušťky 2 mm.

Obklady – V objektu je navržen keramický bělinový obklad. Rohy a ukončení obkladů pomocí plastových lišt. Výška a umístění obkladu viz projektová dokumentace.

Podlahy:

Podlaha na terénu:

-skladba nášlapné vrstvy	
-roznášecí betonová mazanina	50 mm
-DEKSEPAR	0,2 mm
-DEKPERIMETER 200	120 mm
-ochranná betonová mazanina	60 mm
-GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	4 mm
-DEKPRIMER	

Podlaha nad vytápěným prostorem

-skladba nášlapné vrstvy	
-roznášecí betonová mazanina	50 mm
-DEKSEPAR	0,2 mm
-RIGIFLOOR 4000	50 mm

Podlaha na balkóně

-stěrková izolace	2 mm
-hydroizolační stěrka	
-betonová mazanina	50 mm
-separační vrstva	
-EPS 100S	220 mm
-GLASTEK AL 40 MINERAL	4 mm
-DEKPRIMER	

Nášlapná vrstva dle legendy místností viz projektová dokumentace.

Hydroizolace:

Izolace proti zemní vlhkosti bude řešena pomocí hydroizolačních asfaltových pásů GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL tloušťky 4 mm.

Hydroizolační vrstvu balkónů bude tvořit modifikovaný asfaltový pás GLASTEK AL 40 MINERAL tloušťky 4 mm.

Ve střešní konstrukci bude hydroizolační vrstva řešena hydroizolační folií FATRAFOL 810 AA.

V podlahách bude dlažba a obklad kladen do vodotěsného tmelu.

Izolace tepelné a zvukové:

V podlaze na terénu bude vložena tepelná izolace DEKPERIMETR 200 tloušťky 120 mm a součinitelem tepelné vodivosti $\lambda=0,034 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$. V místnostech nad vytápěným prostorem bude řešena akustická kročejová izolace pomocí tepelně izolačních desek RIGIFLOOR 4000 tloušťky 50 mm a součinitelem tepelné vodivosti $\lambda=0,043 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$. Na balkóně bude tepelná izolace EPS 100S tloušťky 220 mm a součinitelem tepelné vodivosti $\lambda=0,036 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$.

Nad posledním podlažím bude na stropní konstrukci provedena tepelná izolace střechy polystyrenem EPS 70F tloušťky 200 mm a součinitelem tepelné vodivosti $\lambda=0,038 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$.

Příjezd a přístup:

Příjezd a přístup ke stavbě bude z betonové zámkové dlažby tloušťky 80 mm uložené do kamenné drtě na štěrkovém hutněném podloží. Okapové chodníky budou z betonové zámkové dlažby rozměrů 500x500 mm a tloušťky 50 mm uložené do kamenné drtě.

Zpevněné plochy budou spádovány na okolní travnatý terén.

Příjezd bude navázán na stávající městskou komunikaci.

Terénní a sadové úpravy:

V rámci terénních úprav bude vyrovnán terén na celé ploše staveniště a to nejprve zeminou z výkopů základových pásů a potom podornicí a ornicí sejmutou při přípravě území.

V rámci sadových úprav bude provedeno zatravnění.

Oplocení:

V současné době je celý pozemek bez oplocení.

V rámci stavby bude provedeno oplocení z pletivového plotu výšky 1600mm a živého plotu, který bude tvořit turkestánský brest.

Oplocení bude umístěno podle projektové dokumentace (výkres číslo 10)

3. Technologický postup – VELOX

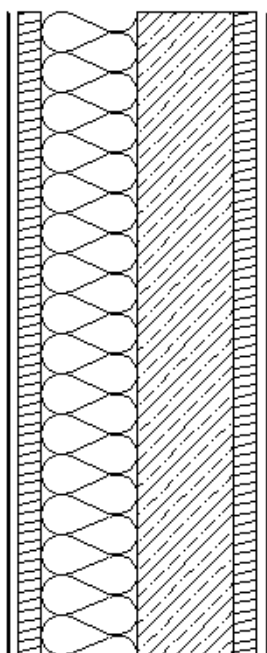
3.1. Obecné informace

Jedná se o stavbu ubytovacího zařízení, které bude mít tři nadzemní a jedno podzemní podlaží. V objektu se bude nacházet restaurace s kuchyní, dětská herna, masážní místnost a 14 hotelových pokojů a jeden bezbariérový pokoj pro hosty. Objekt bude částečně podsklepený. Parcela na které se bude objekt nacházet, je dle katastrálního úřadu majetkem investora. Parcela je v současnosti zatravněná a místy se nachází drobný porost. Na parcele se nenacházejí žádné stávající objekty.

3.2. Materiály

Na stavbu objektu bude použit systém VELOX. Jedná se o cementoštěpkové desky, které jsou spojovány hřebíky a sponami a vytváří bednění, které po betonáži zůstává součástí konstrukce.

3.2.1. Obvodové stěny VELOX WS EPS AL 37 plus



SKLADBA:

SILIKÁTOVÁ OMÍTKA	2 mm
ŠTUKOVÁ OMÍTKA	2 mm
JÁDROVÁ VÁPENOCEMENTOVÁ OMÍTKA	15 mm
WS EPS PLUS	185 mm
PROSTÝ BETON	150 mm
WS 35	35 mm
JÁDROVÁ VÁPENOCEMENTOVÁ OMÍTKA	15 mm
ŠTUKOVÁ OMÍTKA	2 mm

Obr.1 – skladba obvodové stěny VELOX

3.2.3. Použité materiály

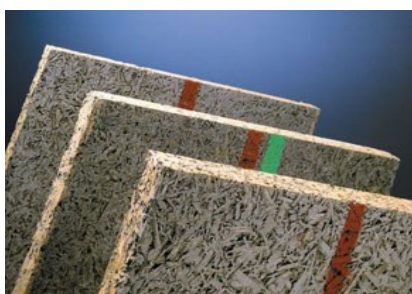
V následující tabulce je soupis materiálů a jeho množství použité na výstavbu.

	Prvek	Rozměr prvku (mm)	Celková plocha (m ²)	Počet (ks)	Objem (m ³)
1.PP	WSD 35	2000x500x35	131,56	131,56	
	WS EPS 150	2000x500x150	139,88	139,88	
	beton C20/25	tl. 150			20,982

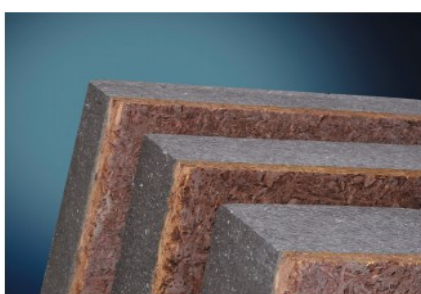
	okrajové pruhy	2000x370x35	3,33	4,5	
	ocelové spony	300		2 172	
1.NP	WSD 35	2000x500x35	291,388	291,388	
	WS EPS 150	2000x500x150	303,228	303,228	
	beton C20/25	tl. 150			45,4842
	okrajové pruhy	2000x370x35	31,2798	42,27	
	ocelové spony	300		4756,928	
2.NP	WSD 35	2000x500x35	197,97	197,97	
	WSD EPS 150	2000x500x150	206,29	206,29	
	beton C20/25	tl. 150			30,9435
	okrajové pruhy	2000x370x35	30,858	42	
	ocelové spony	300		3234,08	
3.NP	WSD 35	2000x500x35	300,102		
	WSD EPS 150	2000x500x150	308,422		
	beton C20/25	tl. 150			46,2633
	okrajové pruhy	2000x370x35	29,304	39,6	
	ocelové spony	300		4868,192	
CELKEM	WSD 35	2000x500x35	921,02	620,92	
	WS EPS 150	2000x500x150	957,82	649,40	
	beton C20/25	tl. 150			143,67
	okrajové pruhy	2000x370x35	94,77	128,07	
	ocelové spony	300		15 030,72	

Tabulka 1 – množství použitého materiálu

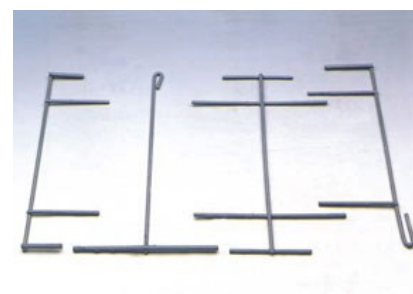
Na následujících obrázcích jsou k vidění použité materiály. Na obrázku 13 je vnitřní deska VS 35, na obrázku 14 je vnější deska s šedým polystyrenem WS EPS 150 a na obrázku 15 jsou zobrazeny jednotlivé spojovací materiály.



Obr.2. – deska WS 35 [3]



Obr.3 – deska WS EPS 150 [3]



Obr.4 – Ocelové spony[3]

3.3. Skladování

Veškeré štěpkocementové desky VELOX, včetně okrajových pruhů budou skladovány na paletách, které budou na rovné a zpevněné ploše. Palety je nutno chránit před povětrnostními vlivy ochrannou plachtou. Palety budou na stavbu dováženy nákladním automobilem a budou vykládány pomocí hydraulické ruky opatřené paletovacími vidlemi. Vnitrostaveništní doprava je možná pouze ve svislé poloze.

Stěnová výztuž bude na stavbě skladována na dřevěných hranolech umístěných na zpevněné ploše. Výztuž bude skladována ve více vrstvách nad sebou a bude prokládána hranoly, které musí být nad sebou a musí být v místě svaření výztuže.

Ocelové spony se skladují na paletě nebo se ukládají samostatně. Je však nutno je chránit před povětrnostními a možnému mechanickému poškození popřípadě jinému znehodnocení.

Betonová směs bude na stavenišťe dovážena v autodomíchávači odkud bude čerpadly umístěna do bednění.

3.4. Pracovní podmínky

Před započítím prací musí být vyhotoveny základové pásy a základová podkladní deska. Deska musí být rovná (na délku a na šířku s odchylkou ± 10 mm a na výšku s odchylkou ± 5 mm přičemž odchylka na dvou metrech nesmí přesáhnout 3 mm) a očištěna od nečistot a kamínků. Kontrola deska je prováděna stavbyvedoucím, který provede zápis o kontrole do stavebního deníku. Na základové desce musí být hotová hydroizolace v místě budoucích nosných a obvodových stěn.

3.5. Převzetí pracoviště

Před započítím prací je zapotřebí provést přejímku základových konstrukcí. Základová konstrukce musí být rovná a v místě budoucích stěn musí být položena vodorovná hydroizolace. O převzetí se provádí zápis stavbyvedoucím do stavebního deníku.

3.6. Obecné pracovní podmínky

3.6.1. Požadované povětrnostní podmínky

Desky systému VELOX tvoří ochrannou izolaci pro čerstvý beton, a proto je možné provádět montáž až do -8°C .

3.6.2. Požadavky na předcházející činnosti

Pro montáž systému VELOX je nutné aby byla hotová základová konstrukce a hydroizolace dle projektové dokumentace. Hydroizolaci je možno provést celoplošně na celý půdorys stavby a na ní provést krycí vrstvu betonové mazaniny nebo provést hydroizolaci pouze pod budoucí obvodové a nosné stěny a zbylou izolace dodělat dodatečně, aby nedošlo k jejímu poškození.

3.6.3. Požadavky na práci v zimním období

Podmínky pro provádění konstrukcí ze systému VELOX jsou obdobné jako pro betonáž monolitických konstrukcí. Optimální teplota se pohybuje od 5°C do 20°C. V případě poklesu pod 5°C musí být do betonové směsi přidávány přísady a příměsi pro betonáž v zimním období. Betonáž je možno provádět až do -8°C, jelikož desky VELOX vytvářejí pro čerstvou betonovou směs tepelně izolované prostředí. Pod -8°C není možné zaručit vhodné podmínky pro čerstvou betonovou směs a její hydrataci a betonáž se nedoporučuje. Při betonáži pod 5°C nebo teplot nad 20°C, je nutné horní povrch betonu chránit před promrzáním nebo nadměrným odpařováním záměsové vody.

3.7. Personální obsazení

Pro dosažení časově hospodárné montáže systému VELOX je zapotřebí pracovní četa skládající se ze 3 pracovníků.

2 tesaři zaučení na montáž bednicích desek

1 tesař na řezání desek

Dále:

1 stavbyvedoucí

1 mistr

1 betonář

1 obsluha autodomíchávače

3.8. Stroje a nářadí

Okružní kotoučová pila, ruční oblouková pilka, elektrická ruční okružní pila, elektrická vrtačka, prodlužovačka, vrták 12mm délky min 350mm, tesařská kladívka, montážní žebříky, vodováha, šňůra, ponorný vibrátor, svinovací metr, dřevěné ploché klíny na vyrovnaní nerovnosti základů, značkovač.

3.9. Pracovní postup

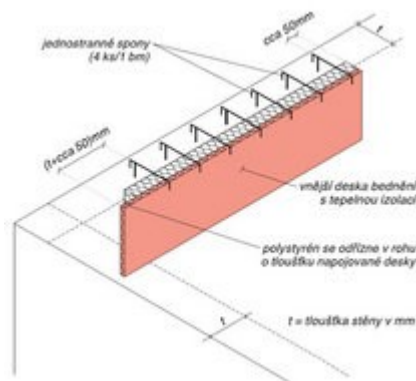
3.9.1. Chronologický postup prací

Na již hotovou základovou konstrukci se přenese půdorys budoucí stavby. Poté začneme sestavovat první vrstvu bednicích desek, přičemž musíme začínat s pokládkou vždy od rohů objektu. První vrstva bednicích desek se rozestaví na celý půdorys stavby.

3.9.2. Vytvoření rohu

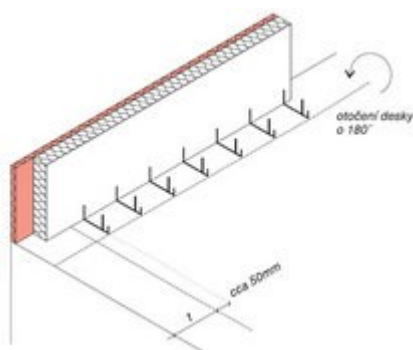
Nejprve nasadíme jednostranné spony na vnější desku tak, že první spona bude ve vzdálenosti $t+50\text{mm}$ přičemž „t“ je celková tloušťka stěny bez omítek. Následující spony se

osadí v pravidelných rozstupech tak, aby byly vždy 4 kusy spon na jeden metr. Poslední spona na desce musí být osazena 50 mm od jejího konce. Rohy se nesmí vytvářet z desek jejichž délka je menší než 1 metr. Polystyrénovou desku je nutno přesně seříznout, aby vznikl prostor pro napojení desek.



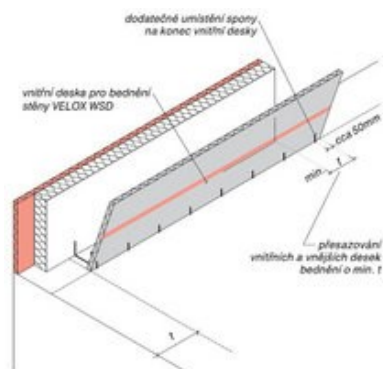
Obr.5 – Vytvoření rohu [4]

Takhle připravená deska se otočí o 180° kolem své horizontální osy a položí se na již předkreslený půdorys.



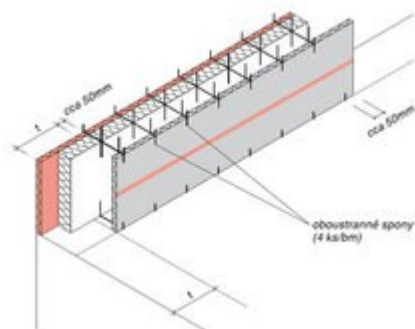
Obr.6 – Otočení desky [4]

Předtím než osadíme vnitřní desku, musíme na její konec umístit jednostrannou sponu. Pro vnitřní a vnější desku platí zásada, že se musejí překrývat, alespoň o tloušťku stěny. Z tohoto důvodu je doporučeno začít jednou celou deskou a jednou poloviční.



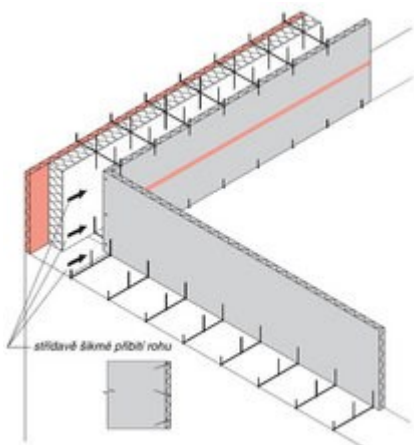
Obr.7 – Osazení vnitřní desky [4]

Vnější a vnitřní desku je nutno zajistit oboustrannými sponami. Zde platí stejná zásada pro kladení spon jako u spon jednostranných. První sponu umístíme přibližně 50 mm od koutu. Dále pokračujeme v pravidelných rozstupech 250 mm tak, abychom měli vždy 4 spony na jednom metru. Poslední sponu se osadí opět 50 mm od konce desky.



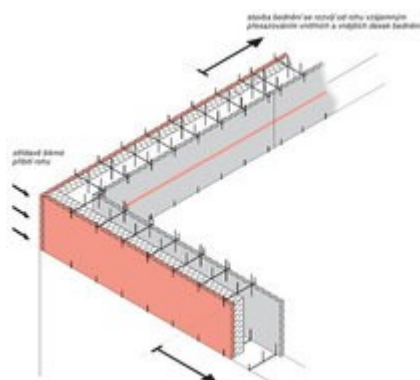
Obr.8 – Zajištění desek sponami [4]

Když máme hotovo, vytvoříme navazující stěnu. K již hotovému bednění přiložíme vnitřní desku navazující stěny, kterou jsme předem opatřili jednostrannými sponami a přibijeme ji k vnitřní desce již stojícího bednění. Jelikož vnější deska ještě není osazená, tak nám neomezuje prostor potřebný k přibíjení, proto je nutné začínat vždy u vnitřní desky. Než desku přibijeme je nutné ji vyrovnat do svislice. Když jsou desky srovnané, začneme je sbíjet šikmo, alespoň ve třech místech pomocí hřebíků dlouhých 100 mm.



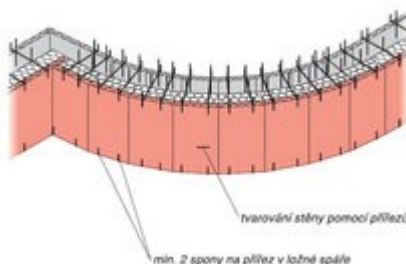
Obr.9 – Osazení vnitřní desky rohu [4]

Poté co máme vnitřní desku přibítenou, osadíme do spon vnější desku napojované stěny. Vnější desku zajistíme oboustrannými sponami. Opět musíme desku vyrovnat do svislice a poté v rohu přibít. Od takhle vytvořeného rohu rozvíjíme práci po celém půdorysu stavby.



Obr.10 – Osazení vnější desky rohu [4]

Pokud potřebujeme vytvořit zalomení nebo oblouk, musíme použít šikmo řezané přířezy. Vytvarovaný oblouk se musí zajistit minimálně dvěma sponami v ložné spáře. Ve styčných spárách se přířezy sbíjejí.



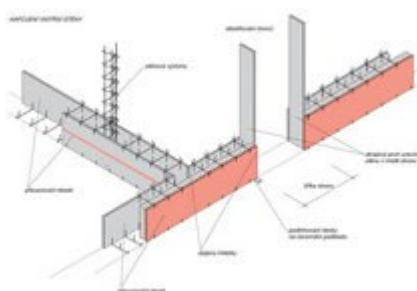
Obr.11 – Zaoblená stěna[4]

3.9.3. Napojení vnitřních stěn a otvorů

Během sestavování první řady bednicích desek se souběžně provádí i bednění vnitřních nosných stěn a obednění otvorů. Během celé pokládky musíme dodržovat zásady pro kladení desek a spon. V místě kde se napojuje obvodová a nosná vnitřní stěna, je nutné spoj přibít. Pokud chceme vytvořit otvor, je nutné uzavřít ostění otvoru pomocí okrajových pruhů, které se přibíjejí mezi štěpkocementové desky.

3.9.4. Stěnové výztuhy

V první vrstvě je nutno do bednění vkládat stěnové výztuhy. Tyto výztuhy se vkládají přibližně po 2 metrech a jsou přes celou výšku podlaží. Výztuhy se využívají k zajištění svislosti stěny.



Obr.12 – Vložení stěnových výztuh [4]

V případě nerovného základu musíme první řadu vyrovnat pomocí odklínování spodní hrany desek. Při sestavování musíme dbát aby svislé spáry navzájem těsně doléhaly a ložné spáry přesně kopírovaly půdorys. Čím precizněji je sestavena první řada desek, tím přesnější a rychlejší budou následující bednicí práce.

3.9.5. Instalace

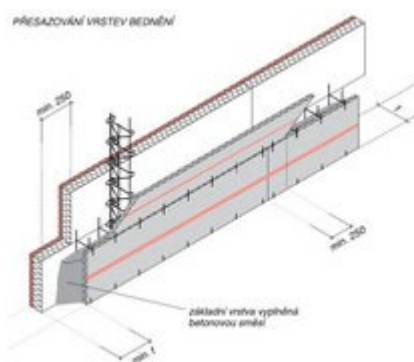
Během sestavování bednění je možno vkládat instalace do bednění. V bednění je nutno instalace zajistit proti posunutí. V případě, že potřebujeme vytvořit instalační drážku, musíme do bednění vložit pás polystyrenu, který se po betonáži odstraní. Pokud potřebujeme pouze malé drážky, například pro elektroinstalace, lze je do bednění vyfrézovat. Pro vytvoření výklenků pro otopná tělesa se vyrábějí atypické spony.

V případě staveb s vysokými požadavky na zvukovou izolaci, nesmí být stěna narušena žádným instalačním vedením. Do stěn se nesmí umísťovat kouřovody ani komínová tělesa odvádějící spaliny. Kouřovody a komínová tělesa musí být vždy vedena odděleně a to minimálně 50mm od probíhající stěny.

Když máme dokončenou první řadu bednění, začneme s betonáží celého půdorysu do výšky přibližně 400mm. Po nalití betonu do bednění je nutno beton ztuhnout přechováním. Poté musí být bednění zkontrolováno a přesně půdorysně vyrovnáno. Hlavně je nutno kontrolovat svislost okrajových prutů a stěnových výztuh. Po dokončení betonáže je doporučeno osadit ocelové trny pro lepší soudržnost s následující betonovou vrstvou.

3.9.6. Druhá a následující řady

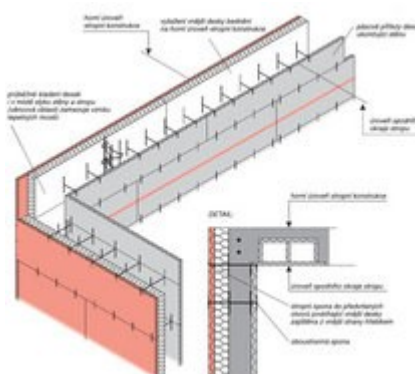
Druhá a následující řady desek se osazují do ocelových spon a je nutno je zajišťovat sponami a hřebíky. Převazba jednotlivých desek musí být minimálně 250 mm. Zároveň musí být dodrženo posunutí vnitřní a vnější desky minimálně o tloušťku stěny. Je zapotřebí dbát na přesnost ložných a styčných spár. Aby bylo zabráněno posunutí desek, je možno je ve styčných spárách přibít.



Obr.13 – Vytvoření druhé řady desek [4]

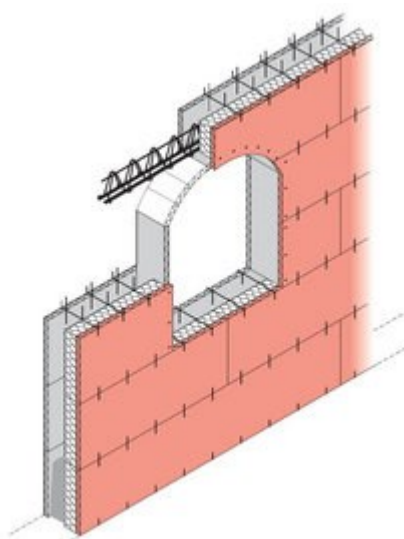
V místě napojení stěny a stropu je zapotřebí vytáhnout vnější bednicí desku až k horní hraně budoucího stropu. Desky se zajišťují stropními sponami, alespoň čtyřmi kusy na jeden metr. Stropní spony se osazují u spodního okraje budoucího stropu na vnitřní desce a druhým

koncem se osazují do předvrtaných otvorů vnější desky. Předvrtané otvory mají velikost 12mm a z vnější strany se spona zajišťuje hřebíkem, který je zaražený do oka spony.



Obr.14 – Napojení na strop [4]

Během sestavování bednění je zapotřebí vytvářet otvory. Ostění oken a dveří se provádí pomocí okrajových pruhů, které uzavírají stěnu ze tří stran. Okrajové pruhy se mezi desky přibíjejí pomocí hřebíků. K přibití musí být použito minimálně 3 hřebíků na šířce desky. V úrovni parapetů se ponechává otevřená mezera sloužící k betonáži. Je doporučeno uložit pod parapet dva kusy žebrované betonářské oceli, která přesahuje 750mm do navazující stěny. Nad otvor se osadí prostorové ocelové nosníky, které vytvářejí překlad. Než začneme s betonáží, je nutné podepřít horní ostění otvorů.



Obr.15 – Vytvoření otvoru [4]

3.10. Jakost a kontrola kvality

Práce musí být prováděny dle všech platných norem a přiložené technické dokumentace. Kontrola bude prováděna stavebním dozorem za přítomnosti stavbyvedoucího, který provede zápis do stavebního deníku.

3.10.1. Kontrola betonové směsi

- kontrola dodané směsi dle projektové dokumentace
- vyhotovení zkoušek na zkušebním kuželu
- vizuální kontrola vzhledu a konzistence betonové směsi

3.10.2. Kontrola stěn

- uložení ocelových výztuh
- kontrola použitých materiálů
- kontrola provázání výztuže dle projektové dokumentace
- kontrola rovinatosti stěn:
 - na délce 1 m odchylka $\pm 10\text{mm}$
 - na délce 10 m odchylka $\pm 50\text{mm}$
- kontrola svislosti stěn
 - na výšku jednoho podlaží odchylka $\pm 20\text{mm}$
 - na výšku celého objektu odchylka $\pm 50\text{mm}$
- kontrola provedení spár
- kontrola umístění otvorů dle projektové dokumentace
- kontrola rozměrů dle projektové dokumentace
- kontrola úhlů

3.11. BOZP

Veškeré pracovní činnosti mohou provádět pouze kvalifikovaní a oprávnění pracovníci. Během provádění činností musí být dodržován zákon č. 309/2006 Sb, zákon o zajištění podmínek BOZP a vyhlášky ČÚBP a ČBU č. 591/2006 Sb. O bezpečnosti práce a technických zařízeních při stavebních pracích a platné ČSN. V průběhu každé činnosti je třeba provádět kontroly a každá činnost musí být kontrolou také zakončena, přičemž stavbyvedoucí provede zápis do stavebního deníku. Odpovědní pracovníci dodavatele zodpovídají za dodržování BOZP.

Všichni pracovníci musí být zaškoleni na BOZP ještě před zahájením stavebních prací a jsou povinni vždy používat ochranné pomůcky, které jim musí zaměstnavatel poskytnout.

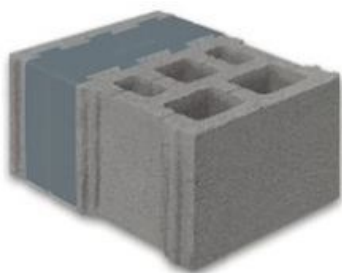
3.12. Vliv na životní prostředí

Stavba nebude mít negativní vliv na životní prostředí a se vzniklým odpadem bude nakládáno dle zákona č. 185/2001 Sb. O odpadech. Během výstavby se nepředpokládá vznik nebezpečných nebo toxických odpadů. Na staveništi budou umístěny kontejnery na odpad, které budou rozděleny dle charakteru odpadu a postupně budou odváženy na skládky příslušných stavebních odpadů. Do stavebního deníku se bude provádět zápis o likvidacích odpadů.

4. Volba variant

Jak již bylo zmíněno v úvodu, pro porovnání byly zvoleny tři varianty obvodového pláště, jejichž hlavní složkou je beton.

První variantu tvoří systém LIVETHERM společnosti BS Klatovy a.s. Nosná konstrukce je vyžděna z tvárnic obvodových liapor-betonových s neoporovou izolační vložkou (TOL-N Z400 – P5), tloušťka zdiva je 400 mm a tvárnice jsou vyžděny na tepelně izolační maltu pro tenké spáry.



Obr.16 – tvárnice LIVETHERM [1]

Druhou variantu tvoří rovněž systém LIVETHERM od společnosti BS Klatovy. Tentokrát je nosná konstrukce vyžděna z tvárnic nosných liapor-betonových (TNL 300), tloušťka zdiva je 300mm a tvárnice jsou vyžděny na maltu pro tenké spáry.



Obr.17 - tvárnice LIVETHERM [1]

Poslední varianta je ze systému VELOX. Nosná konstrukce je tvořena cementoštěpkovými deskami, které tvoří ztracené bednění pro monolitický beton. Ze systému byla vybrána skladba VELOX AL37 plus. Z vnitřní strany je osazená cementoštěpková deska tloušťky 35mm (WS 35) a z vnější strany je cementoštěpková deska s tepelnou izolací v celkové tloušťce 185mm (WS EPS PLUS). Jednotlivé desky jsou spojovány ocelovými sponami a hřebíky a mezi ně je nalit beton C20/25.



Obr.18 – VELOX AL37 [2]

4.1. První varianta

4.1.1. Popis varianty

Pro první variantu obvodového pláště je vybrán systém LIVETHERM od firmy Betonové stavby Klatovy a.s. Nosná vrstva obvodového pláště bude vyzděna z tvárnice obvodové liapor-betonové s neoporovou izolační vložkou (TOL+N Z400 P5) a celkovou tloušťkou 400mm. Na zdění bude použita malta pro tenké spáry. Součinitel prostupu tepla je dle výrobce $U=0,18 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ což vyhovuje požadavkům pro pasivní dům. Z exteriéru i interiéru bude použita jádrová vápenocementová omítka tloušťky 15 mm. Povrchová úprava bude z exteriéru řešena štukovou omítkou tloušťky 2 mm a silikátovou omítkou tloušťky 3 mm a z interiéru štukovou omítkou tloušťky 2 mm.

4.1.2. Součinitel prostupu tepla

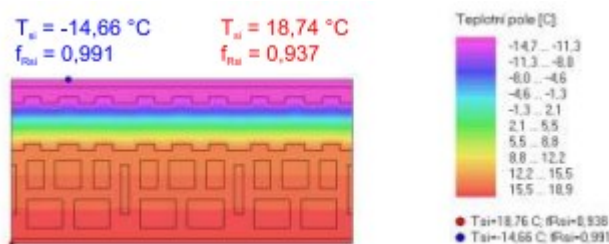
Součinitel prostupu tepla je převzat ze stránek výrobce. Ve výpočtu výrobce již je zahrnuta vnější i vnitřní omítka.

OBVODOVÉ ZDIVO	Součinitel prostupu tepla (s omítkou)	Tepelný odpor (bez omítky)	Faktor difuzního odporu (bez omítky)
	U ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)	R ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)	μ (-)
Betonové obvodové zdivo			
TOB+S Z400	0,23	4,12	14,2
TOB+N Z400	0,19	4,75	14,2
Liaporbetonové obvodové zdivo			
TOL+S Z400	0,21	4,57	13,9
TOL+N Z400	0,18	4,83	13,9

Obr.19 – součinitel prostupu tepla TOL+N Z400 [1]

4.1.3. Průběhy teplot v konstrukci

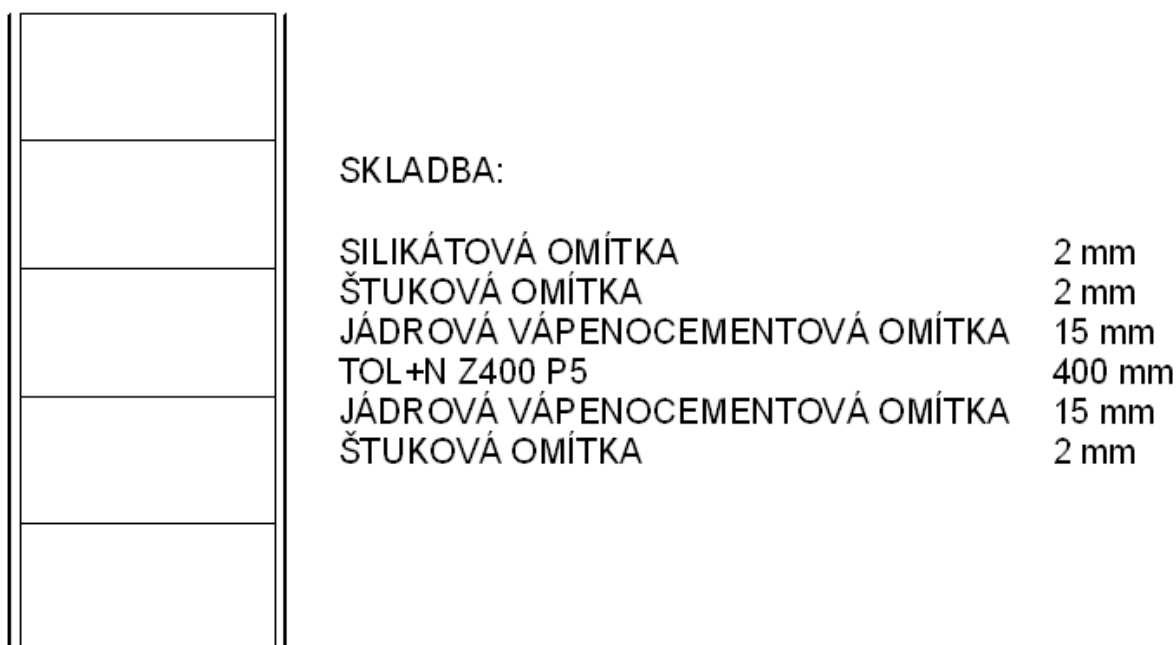
Schéma průběhu teplot v konstrukci v zimním období.



Obr.20 – průběhy teplot TOL+N Z400 [1]

4.1.4. Schéma skladby

Schéma skladby první varianty obvodového pláště. Popis skladby od exteriéru do interiéru.



Obr.21 – schéma skladby TOL+N Z400

4.2. Druhá varianta

4.2.1. Popis varianty

Pro druhou variantu obvodového pláště je rovněž vybrán systém LIVETHERM od firmy Betonové stavby Klatovy a.s. Nosná vrstva obvodového pláště bude vyzděna z tvárnice nosné liapor-betonové tloušťky 300 mm (TNL 300). Na zdění bude použita malta pro tenké spáry. Vnitřní strana bude stejně jako v předchozí variantě tvořena jádrovou omítkou vápenocementovou s tloušťkou 15 mm a krycí vrstva bude štuková omítkou tloušťky 2 mm. Z exteriéru bude konstrukce zateplena kontaktním zateplovacím systémem, který se skládá

z lepícího tmelu, polystyrenu tloušťky 200 mm, lepícího tmelu, výztužné skelné tkaniny a silikátové omítky tloušťky 3 mm. Pomocí software pro tepelnou techniku budov „Teplo“ byl vypočten součinitel prostupu tepla $0,176 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Hodnota splňuje požadavek na pasivní dům.

4.2.2. Součinitel prostupu tepla

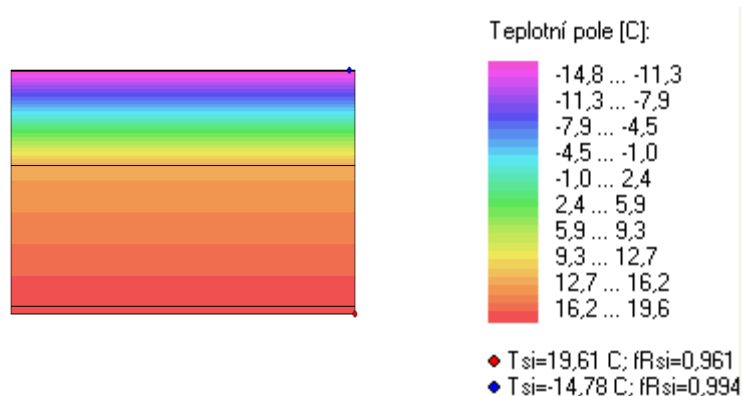
Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946. Hodnoty byly vypočteny pomocí programu Teplo 2010

Tepelný odpor konstrukce R : $5.79 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : $0.176 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

4.2.3. Průběhy teplot v konstrukci

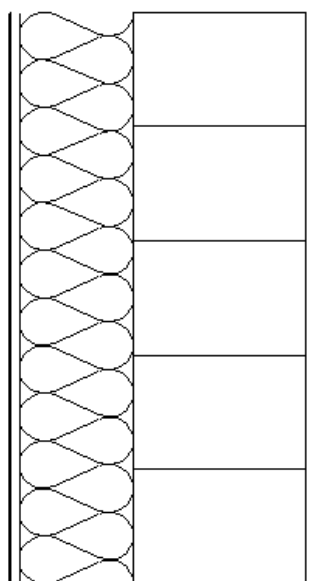
Schéma průběhu teplot v konstrukci v zimním období. Schéma bylo vytvořeno v programu Area 2010.



Obr.22 – Průběhy teplot TNL 300

4.2.4. Schéma skladby

Schéma skladby obvodového pláště druhé varianty. Popis skladby od exteriéru do interiéru.

**SKLADBA:**

SILIKÁTOVÁ OMÍTKA	2 mm
LEPÍCÍ TMEL + SKELNÁ TKANINA	
T.I. - POLYSTYREN EPS70F	200mm
LEPÍCÍ TMEL	
TNP 300/LEP 198	300 mm
JÁDROVÁ VÁPENOCEMENTOVÁ OMÍTKA	15 mm
ŠTUKOVÁ OMÍTKA	2 mm

Obr.23 – Schéma skladby TNL 300

4.3. Třetí varianta**4.3.1. Popis skladby**

Třetí posuzovanou variantou obvodového pláště je systém ztraceného bednění VELOX. Nosný systém bude tvořit VELOX AL37 plus. Ztracené bednění je složeno ze dvou desek tloušťky 35 mm, polystyrénové tepelné izolace tloušťky 150 mm a betonu tloušťky 150 mm. Součinitel prostupu tepla je dle výrobce $U=0,18 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ což vyhovuje požadavkům pro pasivní dům. Z exteriéru i interiéru bude použita jádrová vápenocementová omítka tloušťky 15 mm. Povrchová úprava bude z exteriéru řešena štukovou omítkou tloušťky 2 mm a silikátovou omítkou tloušťky 3 mm a z interiéru štukovou omítkou tloušťky 2 mm.

4.3.2. Součinitel prostupu tepla

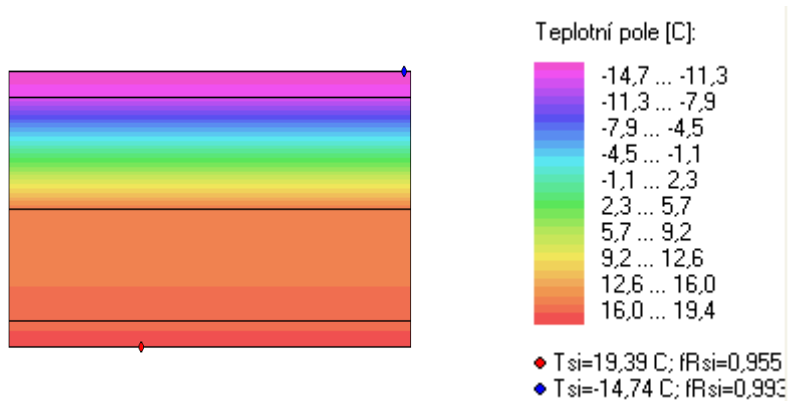
Součinitel prostupu tepla je převzat ze stránek výrobce.

Skladba stěny VELOX	Tepelný odpor R ($\text{m}^2\text{K/W}$)	Součinitel prostupu tepla U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)
WS-EPS-plus 155/150/WS35 = YL 34 plus	4,39	0,22
WS-EPS-plus 185/150/WS35 = AL 37 plus	5,30	0,18
WS-EPS-plus 235/150/WS35 = XL 42 plus	6,82	0,14

Obr.24 – součinitel prostupu tepla VELOX [4]

4.3.3. Průběhy teplot v konstrukci

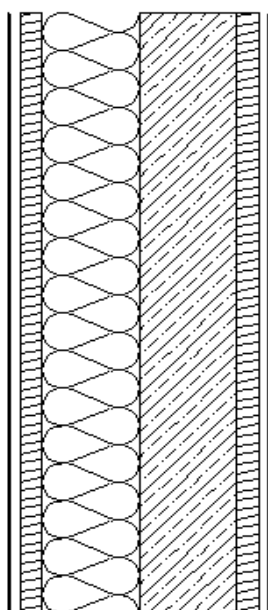
Schéma průběhu teplot v konstrukci v zimním období. Schéma bylo vytvořeno v programu Area 2010



Obr.25 – průběhy teplot VELOX

4.3.4. Schéma skladby

Schéma skladby obvodového pláště třetí varianty. Popis skladby od exteriéru do interiéru.



SKLADBA:

SILIKÁTOVÁ OMÍTKA	2 mm
ŠTUKOVÁ OMÍTKA	2 mm
JÁDROVÁ VÁPENOCEMENTOVÁ OMÍTKA	15 mm
WS EPS PLUS	185 mm
PROSTÝ BETON	150 mm
WS 35	35 mm
JÁDROVÁ VÁPENOCEMENTOVÁ OMÍTKA	15 mm
ŠTUKOVÁ OMÍTKA	2 mm

Obr.26 – schéma skladby VELOX

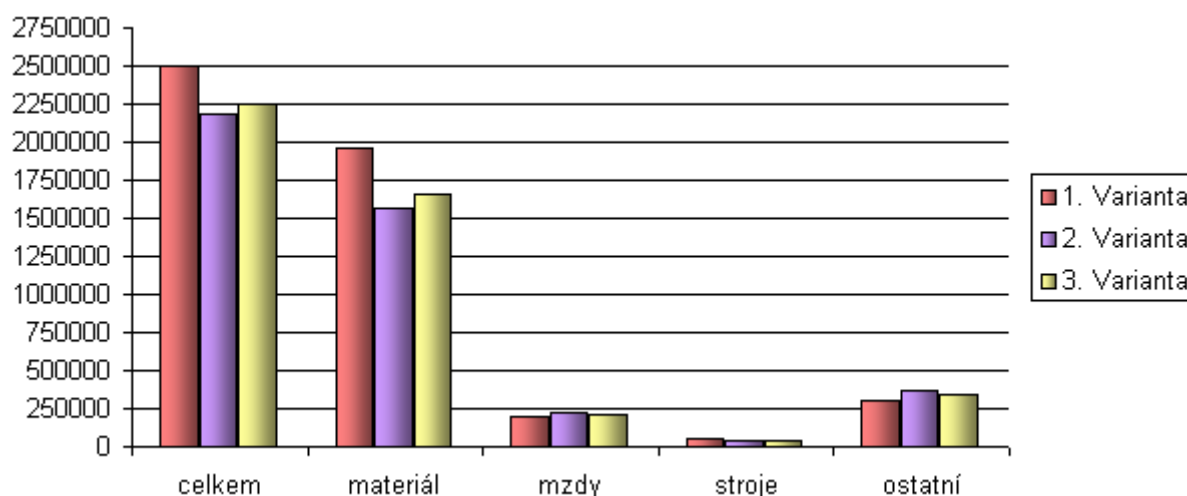
5. Vyhodnocení

Pro všechny varianty obvodového pláště byl vytvořen v programu KROS plus položkový rozpočet. Náklady na vnitřní povrchové úpravy a stavbu lešení je možno zanedbat, jelikož budou u všech variant totožné. Dále je možné zanedbat náklady na pozdější provoz budovy z důvodu velmi podobné hodnoty součinitele prostupu tepla u jednotlivých variant. Dle tabulky 1 vyplývá, že nejlevnější je druhá varianta, vyzdění obvodového pláště z tvárnice LIVETHERM TNL 300 a jejich následné zateplení kontaktním zateplovacím systémem.

	náklady na materiál	náklady na mzdy	provoz strojů	ostatní náklady	celkové náklady
LIVETHERM TOL+N Z400	1 954 421,15	200 239,87	47 512,22	296 252,16	2 498 425,40
LIVETHERM TNL 300	1 562 874,34	222 552,15	34 910,32	367 852,50	2 188 189,31
VELOX WS EPS AL37 plus	1 651 466,27	207 131,13	45 979,13	342 174,64	2 246 751,17

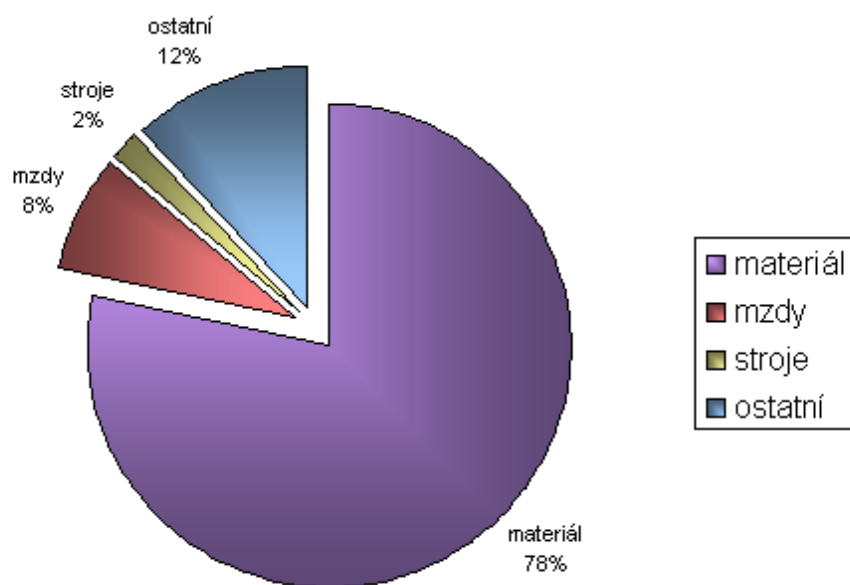
Tabulka 2 – rozdělení nákladů jednotlivých variant

Náklady na výše zmíněnou druhou variantu tvoří 2 188 189,31 Kč což je o 58 561,86 Kč méně než třetí varianta a o 310 236,09 Kč méně než první varianta.

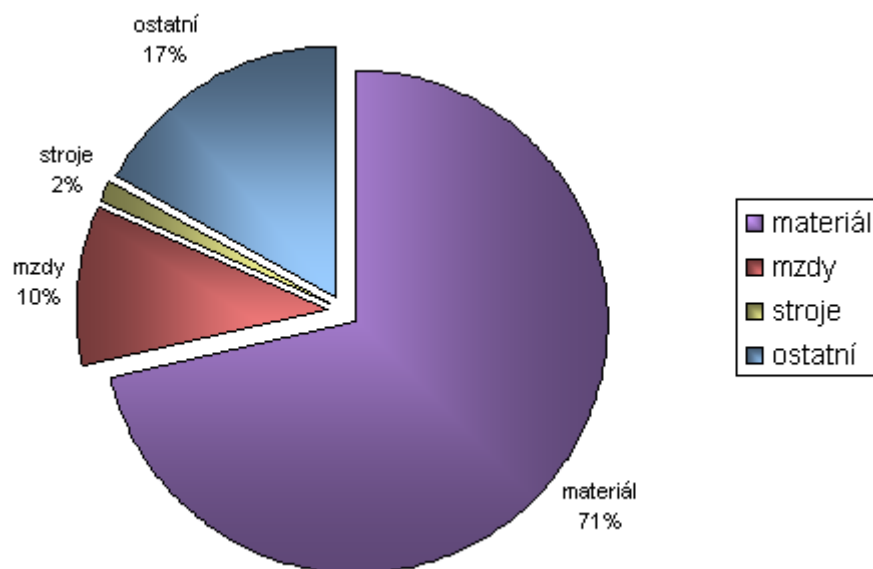


Graf 1 – rozdělení nákladů jednotlivých variant

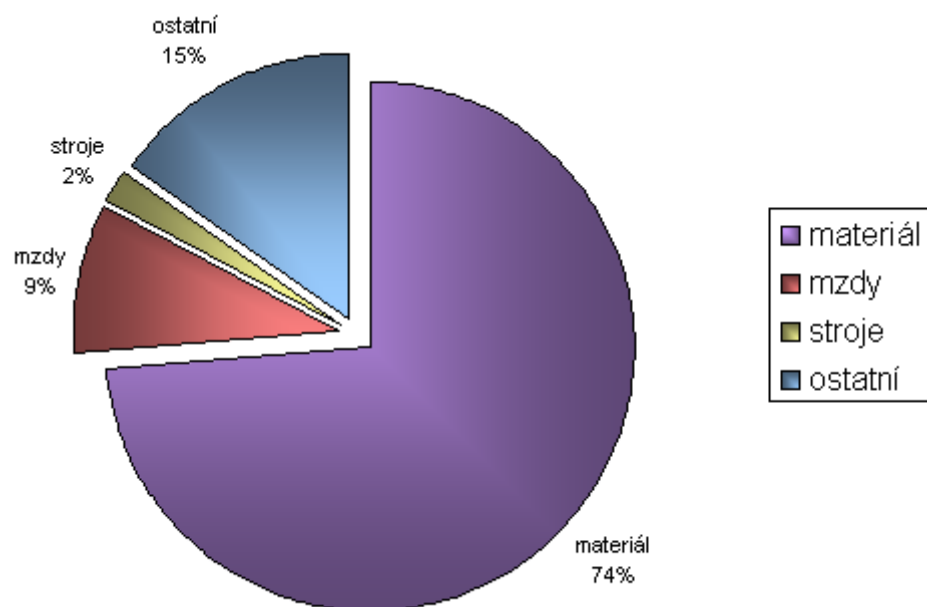
Při srovnání jednotlivých nákladů z grafu 1 vyplývá, že rozhodujícím faktorem je cena materiálu. V grafech 2, 3 a 4 můžeme vidět, že náklady na materiál tvoří 71% - 78% celkových nákladů. Náklady na stroje tvoří pouhé 2%, náklady na mzdy přibližně 9% a ostatní náklady tvoří 12% - 17% celkových nákladů.



Graf 2 – jednotlivé náklady TOL+N Z400



Graf 2 – jednotlivé náklady TNL300



Graf 4 – jednotlivé náklady VELOX AL37plus

6. Seznamy

6.1. Seznam použité literatury

- [1] LIVETHERM [online]. 2016 [cit. 2016-03-11]
< <http://www.betonstavby.cz/> >
- [2] HOFFMANN [online]. 2016 [cit. 2016-03-11]
< <http://www.hoffmann.cz/stavebni-system-velox> >
- [3] VELOX-BAUSYSTEME [online]. 2016 [cit. 2016-03-11]
< <http://www.velox-hausysteme.com> >
- [4] VELOX [online]. 2016 [cit. 2016-03-11]
< <http://www.velox.cz/cs/> >

6.2. Seznam použitého software

- [5] GRAPHISOFT. ArchiCAD [počítačový program]. verze 14
- [6] Svoboda software. TEPLO 2010 [počítačový program]. verze 2010
- [7] Svoboda software. AREA 2010 [počítačový program]. verze 2010
- [8] URS Praha. KROSpus [počítačový program]. verze 17.7
- [9] Microsoft office. WORD [počítačový program]. verze 2003
- [10] Microsoft office. EXCEL [počítačový program]. verze 2003

6.3. Seznam příloh

6.3.1. Dokladová část

Položkový rozpočet LIVETHERM TOL+N Z400

Položkový rozpočet LIVETHERM TNL 300

Položkový rozpočet VELOX WS EPS AL 37 plus

6.3.2. Výkresová část

Výkres č.1 – Půdorys prvního nadzemního podlaží	1:50
Výkres č.2 – Půdorys druhého nadzemního podlaží	1:100
Výkres č.3 – Půdorys třetího nadzemního podlaží	1:100
Výkres č.4 – Půdorys prvního podzemního podlaží	1:100
Výkres č.5 – Půdorys a řez základů	1:100

Výkres č.6 – Řez objektem	1:50
Výkres č.7 – Půdorys a řez krovu	1:100
Výkres č.8 – Půdorys stropu nad prvním nadzemním podlažím	1:100
Výkres č.9a – Pohledy	1:100
Výkres č.9b – Pohledy	1:100
Výkres č.10 – Situace	1:250

6.4. Seznam obrázků, tabulek a grafů

Obr.1 – skladba obvodové stěny VELOX.....	9
Obr.2 – deska WS 35 [3].....	10
Obr.3 – deska WS EPS 150 [3].....	10
Obr.4 – Ocelové spony[3].....	10
Obr.5 – Vytvoření rohu [4].....	13
Obr.6 – Otočení desky [4].....	13
Obr.7 – Osazení vnitřní desky [4].....	13
Obr.8 – Zajištění desek sponami [4].....	14
Obr.9 – Osazení vnitřní desky rohu [4].....	14
Obr.10 – Osazení vnější desky rohu [4].....	14
Obr.11 – Zaoblená stěna[4].....	15
Obr.12 – Vložení stěnových výztuh [4].....	15
Obr.13 – Vytvoření druhé řady desek [4].....	16
Obr.14 – Napojení na strop [4].....	17
Obr.15 – Vytvoření otvoru [4].....	17
Obr.16 – tvárnice LIVETHERM [1].....	20
Obr.17 - tvárnice LIVETHERM [1].....	20
Obr.18 – VELOX AL37 [2].....	21
Obr.19 – součinitel prostupu tepla TOL+N Z400 [1].....	21
Obr.20 – průběhy teplot TOL+N Z400 [1].....	22
Obr.21 – schéma skladby TOL+N Z400.....	22
Obr.22 – Průběhy teplot TNL 300.....	23
Obr.23 – Schéma skladby TNL 300.....	24
Obr.24 – součinitel prostupu tepla VELOX [4].....	24
Obr.25 – průběhy teplot VELOX.....	25

Obr.26 – schéma skladby VELOX.....	25
Tabulka 1 – množství použitého materiálu.....	9
Tabulka 2 – rozdělení nákladů jednotlivých variant.....	24
Graf 1 – rozdělení nákladů jednotlivých variant.....	26
Graf 2 – jednotlivé náklady TOL+N Z400.....	27
Graf 2 – jednotlivé náklady TNL300.....	27
Graf 4 – jednotlivé náklady VELOX AL37plus.....	28

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Marku Jaškovi, Ph.D za odborné vedení a za pomoc při zpracování mé bakalářské práce.